

**A agrometeorologia na solução de problemas multiescala**



## **XX CBAGRO**

**Congresso Brasileiro  
de Agrometeorologia**



## **V SMUD**

**Simpósio de Mudanças  
Climáticas e Desertificação no  
Semiárido Brasileiro**

# **ANAIIS 2017**

**14 a 18 de Agosto de 2017, Univasf,  
Complexo Multieventos, Juazeiro-BA**



# DISTRIBUIÇÃO DE *Handroanthus impetiginosus* NO BRASIL E AS PROJEÇÕES FUTURAS CONFORME AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Maria de Fátima da Silva Matos<sup>1</sup>, Andressa Scarante<sup>2</sup>, Márcia Toffani Simão Soares<sup>3</sup>, Itamar Antonio Bognola<sup>4,5</sup>, Marcos Silveira Wrege<sup>4,6</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Agronomia PUC-PR, Curitiba, PR, Bolsista Embrapa Florestas, fatimamatosg9@gmail.com; <sup>2</sup>Graduação em Engenharia Florestal PUC-PR, Bolsista Embrapa Florestas, Curitiba, Paraná, andressa.scarante@hotmail.com; <sup>3</sup>Pesquisadora Embrapa Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, marcia.toffani@embrapa.br; <sup>4</sup>Pesquisadores Embrapa Florestas, Colombo, PR, <sup>5</sup>itamar.bognola@embrapa.br, <sup>6</sup>marcos.wrege@embrapa.br

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi mapear a ocorrência de *Handroanthus impetiginosus* em território brasileiro e projetar possíveis mudanças em sua distribuição espacial de acordo com os cenários climáticos futuros, elaborados com o uso de modelagem de distribuição potencial (MDP). Para esse fim, mapeamos o clima do período base e dos cenários futuros (1961-1990; 2011-2041; 2041-2070 e 2071-2100, respectivamente) e os relacionamos com 373 pontos de ocorrência da espécie. As projeções climáticas foram realizadas de acordo com cenários apresentados no 4º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - AR4/IPCC. Os modelos simulados indicam alterações na distribuição da espécie no futuro, com significativa redução da área potencial nos seus limites latitudinais norte, o que corresponde aos Biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, e deslocamento das populações para a região sul do país em locais antes não previstos pelos modelos de distribuição atual. Os resultados apresentados evidenciam a necessidade do estabelecimento de estratégias de curto e médio prazo voltadas à conservação desta espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** ipê; predição de ocorrência de espécies; conservação genética; modelagem de nicho ecológico.

## MODELING SUITABLE CLIMATE FOR *Handroanthus impetiginosus* UNDER FUTURE CLIMATE SCENARIOS IN BRAZIL

**ABSTRACT** - This work aims to map the occurrence of *Handroanthus impetiginosus* in Brazilian regions as well as to predict possible changes in their spatial distribution according to the predicted future climate with the use of potential distribution model. We elaborated climate maps of actual and future periods (2011-2041, 2041-2070 and 2071-2100), and related them with 373 points from occurrence of the species. Climatic projections were carried out according to scenarios presented in the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. The simulated models indicate alterations in the distribution of the species in the future climatic scenarios, with a significant reduction of the potential occurrence area in its northern latitudinal limits, corresponding to the Amazon, Cerrado and Caatinga Biomes, as well displacement of the populations to the southern region of the country. The results show the need for the establishment of short and medium-term strategies aimed at the conservation of this species.

**KEYWORDS:** ipê; species occurrence prediction; genetic conservation; ecological niche modeling.

## INTRODUÇÃO

Conhecida popularmente por ipê-rosa, ipê una, piúva-da-mata, entre outros, o *Handroanthus impetiginosus* é uma arbórea pertencente à família Bignoniaceae considerada secundária tardia a clímax, (CARVALHO, 2003; MARTINS et al., 2009), tendo sua distribuição geográfica entre as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Além de diversas propriedades farmacológicas (LEMOS, 2012; LIMA et al., 2014), a espécie possui madeira durável, pesada, chegando à densidade de  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ , e de alta qualidade (SHANLEY; MEDINA, 2005), muito utilizada na construção civil, na fabricação de móveis e mourões. Devido à sua grande empregabilidade madeireira, os poucos exemplares existentes vivem de forma isolada e a exploração é intensa nas regiões de ocorrência natural, justificando sua inclusão em diversos trabalhos de conservação (SILVA, 2015). Neste sentido ferramentas que visam compreender os processos que impactam a ocorrência e a distribuição da biodiversidade são de suma importância na elucidação de questões ecológicas e para a proposição de medidas de conservação.

Entre as metodologias utilizadas para o mapeamento de áreas potenciais de ocorrência de espécies, como, por exemplo, o zoneamento bioclimático, encontra-se o mapeamento da distribuição do nicho ecológico da espécie com o uso de Modelos de Distribuição de Espécies (MDE) (GARCIA et al., 2014). Esses modelos partem do princípio de que as variáveis ambientais da área de estudo representam uma aproximação ambiental do nicho de determinada espécie. Perante as evidências de alterações climáticas, os modelos de distribuição estão sendo também empregados para avaliar seus efeitos na distribuição potencial de espécies nos cenários climáticos futuros.

Neste sentido, diversos estudos apontam que as alterações climáticas futuras podem afetar profundamente os ecossistemas negativamente, tanto na distribuição como na abundância de espécies, contribuindo até mesmo para o desaparecimento de algumas espécies e populações nativas (ROOT et al., 2005; PARMESAN, 2006). Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi mapear a ocorrência de *Handroanthus impetiginosus* no Brasil, e projetar possíveis mudanças em sua distribuição, frente aos cenários climáticos futuros.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Elaboração de base de dados

Os pontos de ocorrência de *H. impetiginosus* registrados no Brasil foram obtidos a partir de dados secundários contidos no banco de dados de coleções biológicas do Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA (CRIA, 1999). As coordenadas geográficas de cada ponto de ocorrência (latitude, longitude) foram reunidas em base de dados em plataforma Excel®, onde foram identificados e eliminados dados discrepantes, não representativos das regiões de ocorrência natural da espécie.

As variáveis climáticas do Brasil foram obtidas na base de dados elaborada por Hamada et al. (2008), a qual reúne dados de séries históricas compreendidos no período base 1961-1990, contendo uma rede de estações agrometeorológicas distribuídas em todo território nacional. Foram selecionadas as seguintes variáveis climáticas no presente para uso neste trabalho: médias estacionais (primavera, verão, outono, inverno) das temperaturas mínimas e máximas do ar, das temperaturas médias e o total pluviométrico.

acumulado em um ano. Estas variáveis foram também projetadas para diferentes cenários de mudanças climáticas no futuro.

Os mapas (modelos) de clima do período base (considerado como clima atual - 1961-1990) e futuro foram elaborados a partir de plano de informações contendo as coordenadas geográficas da espécie, associadas aos dados das variáveis climáticas no presente e também daquelas projetadas para os diferentes cenários climáticos. Os dados foram organizados em camadas de informações com o suporte de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando o Modelo Numérico do Terreno - MNT (USGS, 1999) corrigido para o Brasil por Weber et al. (2004), e modelos de latitude e de longitude, em escala 1:250.000. Esse modelo foi usado para gerar os mapas de temperatura da região de ocorrência de *H. impetiginosus*, com o uso da seguinte equação de regressão:

$$\text{Temperatura} = a + b \times \text{altitude} + c \times \text{latitude} + d \times \text{longitude}$$

Em que:

a: constante;

b: coeficiente da altitude (MNT);

c: coeficiente da latitude;

d: coeficiente da longitude.

Esta equação foi utilizada com uso do programa ArcGIS 10, na função calculadora de mapas (raster calculator), gerando todos os mapas de temperatura da região. Já o mapa de precipitação pluvial foi elaborado utilizando krigagem ordinária.

### **Cenários climáticos futuros**

Os modelos climáticos selecionados foram compilados e agrupados por Hamada et al. (2008), de acordo com o 4º relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (AR4/IPCC) (IPCC, 2007). Os cenários selecionados foram o A2 e B1, sendo A2 o cenário pessimista, com manutenção dos padrões de emissões de gases de efeito estufa (GEE) observados nas últimas décadas, o que implicaria em concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> de cerca de 850 partes por milhão, em volume (ppmv) no ano de 2111; já B1 é o cenário de menores emissões ou cenário “otimista”, tendendo à estabilização das emissões de GEE, e concentração, no final deste século, de cerca de 550 ppmv (NAKICENOVIC et al., 2000). A distribuição no cenário futuro engloba os anos de 2011 a 2100, divididos em três períodos: 2011-2040; 2041-2070 e 2071-2100.

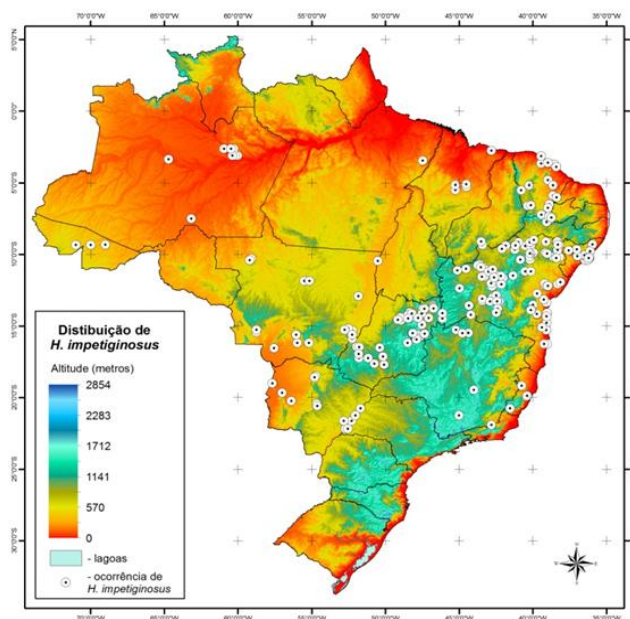
### **Modelagem de distribuição potencial da espécie (MDP)**

Neste trabalho, foram feitas previsões de ocorrência com cinco modelos (Bioclim, Climate Space Model, Envelope Score, Environmental Distance e Niche Mosaic). O modelo final utilizado foi aquele baseado na média das cinco repetições realizadas pelo programa. A avaliação do modelo foi realizada pelos parâmetros Area Under the Curve (AUC), taxa de omissão do conjunto teste e o valor de p (binomial probability) (PEARSON, 2007).

O programa usado foi o Open Modeller, programa de modelagem de nicho ecológico disponível em: <http://openmodeller.sf.net/>. O programa trabalha com dados de distribuição geográfica de espécies (latitude e longitude) e com mapas ou camadas ambientais (clima, solos, relevo etc.), compondo um sistema matemático de previsão de distribuição geográfica de espécies (MUÑOZ et al., 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 373 pontos de ocorrência de *H. impetiginosus* registrados no Brasil com base nas informações do CRIA (1999), conforme apresentado na Figura 1. O conjunto de informações de ocorrência, associados aos parâmetros climáticos utilizados, permitiu a simulação das áreas potenciais para *H. impetiginosus* no período atual, significativa para todos os modelos utilizados ( $p < 0,001$ , Figura 2). Dos modelos gerados, os valores de AUC obtidos foram: 0.69, 0.75, 0.65, 0.99 e 0.63 respectivamente para Bioclim, Climate Space Model, Envelope Score, Environmental Distance e Niche Mosaic. Embora o modelo Environmental Distance seja o de maior representatividade em relação aos demais, devido ao AUC, nota-se que a distribuição da espécie apresentada pelo Envelope Score encontra-se mais condizente com os dados de distribuição conhecidos da espécie (CARVALHO, 2003; COLLEVATTI et al., 2012).



**Figura 1.** Mapa hipsométrico (em metros) com ocorrência de *H. impetiginosus* no Brasil a partir de dados do CRIA (1999) e do modelo numérico do terreno (MNT) de Weber e Hasenack (2004), adaptado de USGS (1999).



**Figura 2.** Nicho fundamental de ocorrência de *H. impetiginosus* em território brasileiro, obtido pelo modelo Envelope Score.

Os modelos simulados mostraram não somente variação na extensão das áreas consideradas ambientalmente propícias nos períodos distintos (2011-2040; 2041-2070 e 2071-2100), como também mudanças nas áreas em si, expondo locais antes não previstos pelos modelos de distribuição potencial atual. As projeções apontam migração das áreas aptas ao desenvolvimento da população sob o aspecto climático para região sul do território nacional nos períodos testados subsequentes nos dois cenários avaliados (Figura 3), com significativa redução de zonas aptas nos limites latitudinais norte, correspondente aos Biomas Cerrado, Caatinga e Amazônia.

Modificações na distribuição de espécies arbóreas nativas projetadas em cenários climáticos futuros são reportadas em literatura por diversos autores (SIQUEIRA; PETERSON, 2003; WREGE et al., 2009; DIAZ et al., 2011; SIMON et al., 2013; GUITÉRREZ; TREJO, 2014; DIAZ et al., 2016), com possibilidades de diminuição ou até extinção em sítios de ocorrência de algumas espécies (GUITÉRREZ; TREJO, 2014). As alterações na distribuição e deslocamento das espécies para um espaço climático mais favorável é um dos efeitos esperados das mudanças climáticas (ALEIXO et al., 2009; LEMES; LOYOLA, 2014). Os impactos gerados pelas mudanças climáticas perturbarão substancialmente a biodiversidade da região Neotropical (CEBALLOS et al. 2009), encontrando-se os biomas Caatinga e Amazônia entre os mais frágeis do mundo (SEDDON et al., 2016). Vale et al. (2009), em revisão de trabalhos desenvolvidos em diferentes ecossistemas, ressaltaram a ameaça residente na sinergia entre as mudanças climáticas aceleradas e a modificação da paisagem derivada da mudança do uso do solo e da urbanização, podendo promover respostas complexas sob o aspecto de organização biológica, e em múltiplas escalas espaço-temporais. A vulnerabilidade de populações desta espécie na região amazônica, sob manejo florestal para fins madeireiros, é apontada por Schulze et al. (2008), devido à lenta capacidade de recuperação em tais condições.

Parâmetros populacionais e genéticos também sugerem que a fragmentação da vegetação tem afetado as populações de *H. impetiginosus* na região Centro-Oeste (COLLEVATTI et al., 2014). Há registros em literatura da importância da distribuição sazonal de chuvas para a dinâmica de crescimento da espécie na planície pantaneira (MATTOS et al., 2005) como fator controlador de eventos fenológicos da espécie na Caatinga (SOUZA et al., 2014). Neste último Bioma, crises hídricas prolongadas, desmatamento acentuado e uso dos recursos naturais ao longo de anos de ocupação fazem com que este bioma revele elevada degradação e que, futuramente, a resposta seja consistente com a desertificação (SEDDON et al., 2016).

É importante salientar que os modelos apresentados não consideraram outros aspectos relevantes ao desenvolvimento da espécie, como parâmetros químicos (VILELA, 2016) e hídricos do solo (CARVALHO, 2003), que podem modificar completamente o desenvolvimento da espécie e devem ser consideradas sempre que a informação estiver disponível (GARCIA et al., 2014).

Os resultados apresentados indicam que as condições de severa escassez de água projetadas para o futuro poderão contribuir para a migração de *H. impetiginosus* para áreas mais ao sul do país, correspondentes aos biomas Mata Atlântica e Pampa. Conforme apontado por Guitérrez e Trejo (2014), estes resultados constituem, outrossim, em uma aproximação do nível de sensibilidade e, ou tolerância desta espécie

Cenário A1

Cenário B1

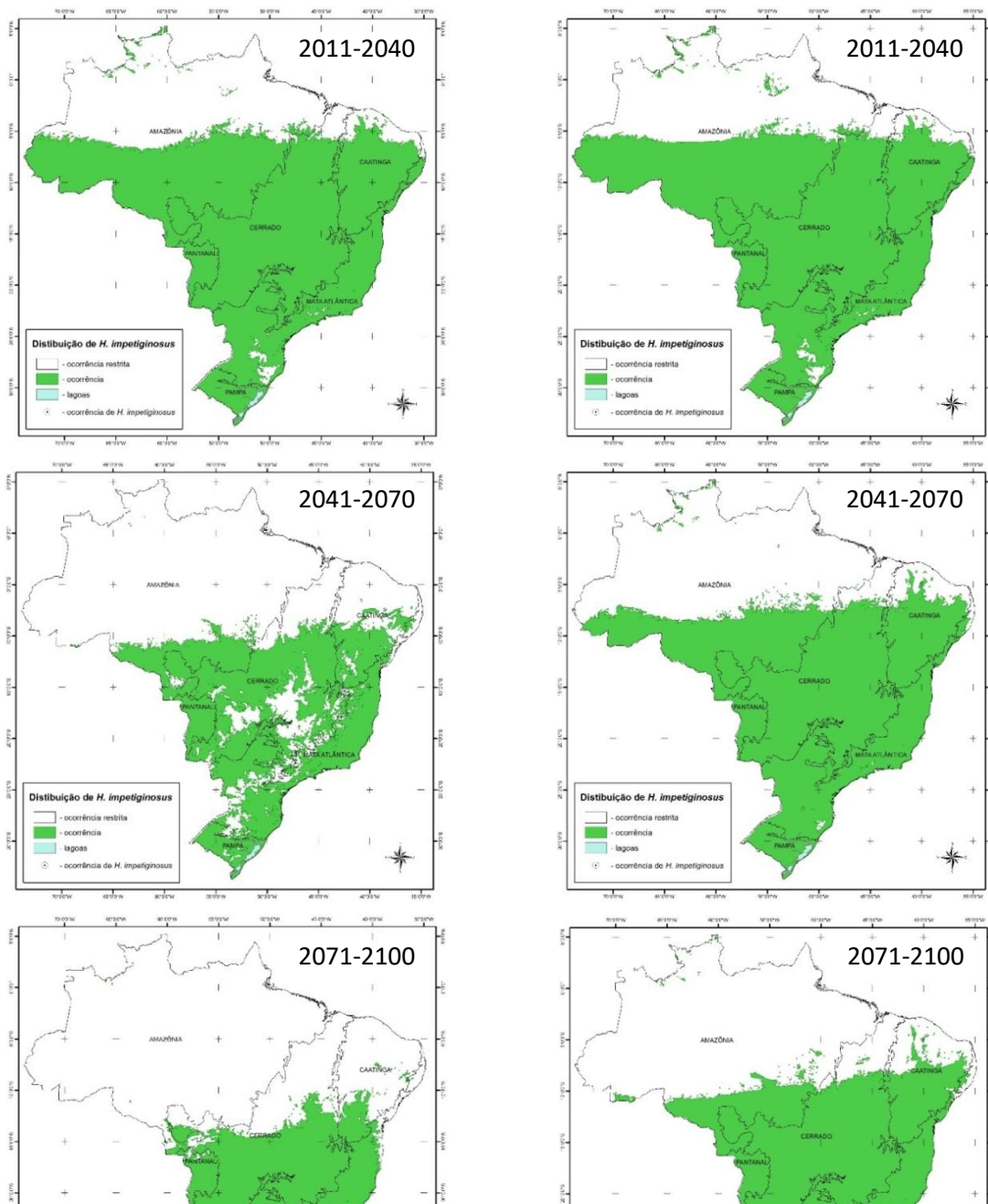


Figura 3. Projeção das áreas de ocorrência de *H. impetiginosus* da espécie em território brasileiro, de acordo com as mudanças climáticas globais futuras considerando os cenários A1 e B1 em três períodos distintos: 2011-2040; 2041-2070 e 2071-2100.



ante a fatores associados às mudanças climáticas. Estratégias voltadas à conservação da espécie, como a manutenção da variabilidade genética de populações naturais, o estabelecimento de plantios, o incentivo à criação de bancos de germoplasma e de programas de monitoramento de longo prazo voltados à compreensão das respostas fisiológicas da espécie às mudanças do clima (WREGE et al., 2009).

## CONCLUSÕES

Conforme cenários climáticos futuros A2 e B1, apresentados no 4o Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, verifica-se que:

- Há potencial modificação da área de abrangência das populações naturais *H. impetiginosus* em território brasileiro frente a projeções climáticas projetadas para os períodos compreendidos entre 2011 e 2100;
- A distribuição de *H. impetiginosus* nos seus limites latitudinais norte, correspondente aos Biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, poderá ser significativamente diminuída;
- As região sul do país, em locais antes não previstos pelos modelos de distribuição atual, apresentarão condições climáticas mais favoráveis ao desenvolvimento da espécie.

Os resultados apresentados evidenciam a necessidade do estabelecimento, em curto prazo, de estratégias voltadas à conservação da espécie, como a ampliação de estudos voltados a compreensão do desenvolvimento da espécie nas regiões mais vulneráveis à mudanças climáticas, e ações voltadas à conservação da diversidade genética da espécie e a manutenção dos genes adaptados a condições específicas locais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Florestas, pela possibilidade de estágio e pela concessão da bolsa de estudos (Macroprograma 2, Projeto Araucamate: 02.13.07.005.00.00).

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. L. P. et al. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. **Natureza & Conservação**, São Carlos, v. 8, n. 2, p. 94-196, 2010. DOI: 10.4322/natcon.0080201.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CEBALLOS, G. et al. Conservation Challenges for the Austral and Neotropical America Section. **Conservation Biology**, Malden, v. 23, n. 4, p. 811-817. DOI:10.1111/j.1523-1739.2009.01286.

COLLEVATTI, R. G. et al. A coupled phylogeographical and species distribution modelling approach recovers the demographical history of a Neotropical seasonally dry

forest tree species. **Molecular Ecology**, Malden, v. 21, n. 23, p. 5845-5863, 2012. DOI: 10.1111/mec.12071

COLLEVATTI, R. G. et al. High genetic diversity and contrasting fine-scale spatial genetic structure in four seasonally dry tropical forest tree species. **Plant systematics and evolution**, Viena, v. 300, n. 7, p. 1671-1681, 2014. DOI: 10.1007/s00606-014-0993-0.

CRIA - Centro de Referência em Informação Ambiental. **Sistema de informação**. Campinas, 1999. Disponível em: <<http://www.cria.org.br/projetos>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

DIAZ, J. D. G. et al. Assessing current and potential patterns of 16 forest species driven by climate change scenarios in México. *Atmósfera*, México, v. 24, n. 1, p. 31-52, 2011.

DÍAZ, J. D. G.; RIVAS, A. I.; M.,RUEDA, J. Á. T. Distribución del cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en el estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambio climático. *Madera y Bosques*, Xalapa, v. 13, n. 2, p. 29-49, 2007.

GARCIA, L.G. et al. Modelagem da aptidão climática do *Eucalyptus grandis* frente aos cenários de mudanças climáticas no Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 503-511, 2014.

GUITÉRREZ, E.; TREJO, I. Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas de bosque templado en México. *Revista mexicana de biodiversidade*, Cidade do México, v. 85, n. 1, p. 179-188, 2014.

HAMADA, E.; GONÇALVES, R.R.V.; MARENGO, J.A.; GHINI, R. Cenários climáticos futuros para o Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Org.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2008, v. 1, p. 25-73.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: the physical science basis, summary for policy makers*. IPCC: Geneva, 2007. 18 p.

LEMES, P.; LOYOLA, R. D. Mudanças climáticas e prioridades para a conservação da biodiversidade-Climate change and priorities for biodiversity conservation. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiás, v. 11, n.1, p. 47-57, 2014. DOI: org/10.5216/rbn.v11i1.30699

LEMO, O. A. et al. Efeitos genotóxicos de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl. (Lamiales, Bignoniaceae) em ratos Wistar. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 498-502, 2012. DOI: 10.1590 / S1415-47572012005000030.

LIMA, P. R. et al. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos durante a rustificação. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 316-326, 2014. DOI.ORG/10.1590/2179-8087.058813.

MARTINS, L. et al. Conservação de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.) em nitrogênio líquido. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 71-76, 2009. DOI.ORG/10.1590/S0101-31222009000200008.

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. Idade e ritmo de crescimento do tronco de árvores de espécies da floresta natural do Pantanal Mato – grossense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 50, p. 69-80, 2005. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/issue/view/5>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

MUÑOZ, M. E. S. et al. OpenModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling. **GeoInformatica**, v. 15, n. 1, p. 111-135, 2011. DOI: 10.1007/s10707-009-0090-7.

NAKICENOVIC, N. et al. **Emissions Scenarios**. Cambridge: CambridgeUniversity Press, 2000. Disponível em: <<http://pure.iiasa.ac.at/6101/2/sres-en.pdf>>. Acesso em: 27 de Abr. de 2017.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology*, v. 37, p. 637-669, 2006. DOI.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.

PEARSON, R. G. Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. Synthesis. **American Museum of Natural History**, New York, v. 3, p. 54-89, 2007. Disponível em: <[http://www.amnh.org/content/download/141368/2285424/file/LinC3\\_SpeciesDistModeling.pdf](http://www.amnh.org/content/download/141368/2285424/file/LinC3_SpeciesDistModeling.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2017.

ROOT, T.L. et al. Human-modified temperatures induce species changes: Joint attribution. *PNAS*. Washington, v. 102, n. 21, p. 7465–7469, 2005. DOI: 10.1073/pnas.0502286102.

SCHULZE, M.D. et al. Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: sustainable management or catalyst for forest degradation. **Biological Conservation**, Porto, v. 141, n. 8, p. 2071–2085, 2008. DOI.ORG/10.1016/J.BIOCON.2008.06.003.

SEDDON, A. W. et al. Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. **Nature**, London, v. 531, n. 7593, p. 229–232, 2016. DOI:10.1038/nature16986.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. (eds.). **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300 p.

SILVA, A. A. **Teor de nutrientes e crescimento de mudas de ipês em Latossolo Amarelo distrófico com adição e omissão de calcário e nutriente**. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2015. Disponível em: <[www.pgdra.unir.br/downloads/4373\\_adalberto\\_alves\\_dissertacao\\_2013\\_2015.pdf](http://www.pgdra.unir.br/downloads/4373_adalberto_alves_dissertacao_2013_2015.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2017.

SIMON, L. M. et al. Effects of global climate changes on geographical distribution patterns of economically important plant species in cerrado. *Revista Árvore*, v. 37, n. 2, p. 267-274, 2013.

SIQUEIRA, M. F.; PETERSON, A.T. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 3, n. 2, p. 1-14, 2003.

SOUZA, D. N. N. et al. (2014). Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, v. 27, n. 2, p.31-42, 2014. DOI: ORG/10.5007/2175-7925.2014V27N2P31.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Publications of the U.S. Geological Survey**. Denver: Geological survey, 1999. 284 p. Disponível em: <<https://pubs.usgs.gov/unnumbered/70043747/report.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

VALE, M.M.; ALVES, M.A.S.; LORINI, M.L. Mudanças climáticas: desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade brasileira. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 518-535, 2009. DOI:10.4257/oeco.2009.1303.07.

VILELA, A. L. O. **Características fotossintéticas e de crescimento de plantas de *Hymenaea courbaril* L. e *Handroanthus impetiginosus* (MART. EX DC) Mattos submetidas ao alumínio**. 2016. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/12011/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Caracter%C3%ADsticas%20fotossint%C3%A9ticas%20e%20de%20crescimento%20de%20plantas%20de....pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/12011/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Caracter%C3%ADsticas%20fotossint%C3%A9ticas%20e%20de%20crescimento%20de%20plantas%20de....pdf)>. Acesso em: 12 maio 2017.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2004.

WREGGE, M.S. et al. El cambio climático y la conservación de *Araucaria angustifolia* en Brasil. *Unasyuva*, Roma, v.60, n. 231/232, p. 30-33, 2009.